

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2003050351 A**

(43) Date of publication of application: **21.02.03**

(51) Int. Cl

G02B 15/163
G02B 3/04
G02B 7/10
H04N 5/225

(21) Application number: **2001240397**

(71) Applicant: **CANON INC**

(22) Date of filing: **08.08.01**

(72) Inventor: **HOSHI KOJI**

(54) **VARIABLE POWER LENS SYSTEM AND
OPTICAL EQUIPMENT HAVING THE SAME**

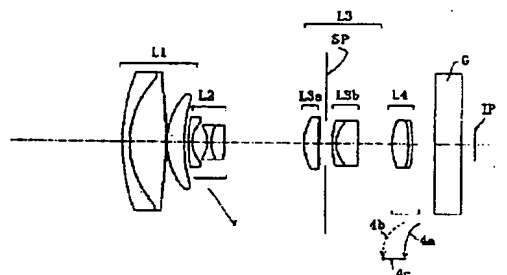
and a positive lens 3G3 whose convex faces the object side in this order from the object side.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a variable power lens system which has high performance and is small in size and less in performance deterioration due to axial deviation caused by a manufacturing error, and to provide an optical equipment having the variable power lens.

SOLUTION: In the variable power lens system having a 1st lens group which is immovable in an optical axis direction in the case of zooming and has a positive refractive power, a 2nd lens group L2 which is movable in the optical axis direction in the case of zooming and has a negative refractive power, a 3rd lens group L3 which has a positive refractive power, and a 4th lens group L4 which has a positive refractive power in this order from the object side, the 3rd lens group L3 is composed of a 3rd a-lens group L3a having a positive refractive power and having a positive lens 3G1 whose convex faces the object side, a diaphragm SP (ST in Figure), a 3rd b-lens group L3b formed by joining a negative lens 3G2 whose concave faces the image side



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-50351
(P2003-50351A)

(43) 公開日 平成15年2月21日 (2003. 2. 21)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
G 0 2 B 15/163		G 0 2 B 15/163	2 H 0 4 4
	3/04		2 H 0 8 7
	7/10		Z 5 C 0 2 2
H 0 4 N 5/225		H 0 4 N 5/225	D

審査請求 有 請求項の数12 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2001-240397 (P2001-240397)

(22) 出願日 平成13年8月8日 (2001. 8. 8)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 星 浩二

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(74) 代理人 100086818

弁理士 高梨 幸雄

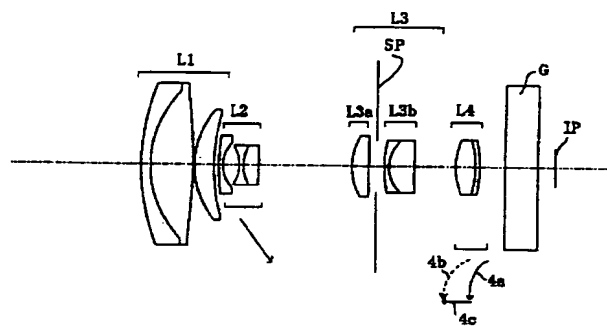
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 変倍レンズ系及びそれを有する光学機器

(57) 【要約】

【課題】 小型で高性能で製造誤差軸ずれによる性能劣化の少ない変倍レンズ系及びそれを有する光学機器を得ること

【解決手段】 物体側より順に、ズーミングに際し光軸方向に不動で正の屈折力の第1レンズ群L1、ズーミングに際し光軸方向に移動する負の屈折力の第2レンズ群L2、正の屈折力の第3レンズ群L3、正の屈折力の第4レンズ群L4を有する変倍レンズ系であって、第3レンズ群L3が、物体側より順に、物体側に凸面を向けた正レンズ3G1を有する正の屈折力の第3aレンズ群L3a、絞りSP（注：図ではSTになっている。どちらかに統一）、像側に凹面を向けた負レンズ3G2と物体側に凸面を向けた正レンズ3G3とを接合した第3bレンズ群L3bを有するよう構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に、ズーミングに際し光軸方向に不動で正の屈折力の第1レンズ群、ズーミングに際し光軸方向に移動する負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群を有する変倍レンズ系であって、該第3レンズ群は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた正レンズ3G1を有する正の屈折力の第3aレンズ群、絞り、像側に凹面を向けた負レンズ3G2と物体側に凸面を向けた正レンズ3G3とを接合した第3bレンズ群を有することを特徴とする変倍レンズ系。

【請求項2】 物体側より順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群を有する変倍レンズ系であって、該第3レンズ群は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた正レンズ3G1を有する正の屈折力の第3aレンズ群、絞り、像側に凹面を向けた負レンズ3G2と物体側に凸面を向けた正レンズ3G3とを接合した第3bレンズ群を有し、該第3aレンズ群と該第3bレンズ群との間隔をDab、該第3レンズ群の焦点距離をf3とすると、

$$0.08 < Dab / f3 < 0.64$$

なる条件を満足することを特徴とする変倍レンズ系。

【請求項3】 物体側より順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群を有する変倍レンズ系であって、該第3レンズ群は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた非球面を含む正レンズ3G1、絞り、像側に凹面を向けた負レンズ3G2、物体側に凸面を向けた正レンズ3G3から成り、該正レンズ3G1の材料の屈折率を3G1nとすると、

$$1.67 < 3G1n < 1.89$$

なる条件を満足することを特徴とする変倍レンズ系。

【請求項4】 前記第iレンズ群の焦点距離をfiとすると、

$$0.71 < f3 / f4 < 1.41$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1、2、又は3の変倍レンズ系。

【請求項5】 前記第2レンズ群は非球面を有することを特徴とする請求項1、2、3又は4の変倍レンズ系。

【請求項6】 ズーミングに際し前記第4レンズ群を光軸上移動させて、変倍により変動する像面変動の補正とフォーカスをおこなうことを特徴とする請求項1から5のいずれか1項の変倍レンズ系。

【請求項7】 前記正レンズ3G3の物体側と像面側のレンズ面の近軸曲率半径を各々3G3R1、3G3R2とすると、

$$0.64 < (3G3R2 + 3G3R1) / (3G3R2 - 3G3R1) < 1.64$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1から6の

いずれか1項の変倍レンズ系。

【請求項8】 前記第3aレンズ群と前記第3bレンズ群との間隔をDab、前記第3レンズ群の焦点距離をf3とすると、

$$0.08 < Dab / f3 < 0.64$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1の変倍レンズ系。

【請求項9】 前記第3aレンズ群と第3bレンズ群の焦点距離を各々3af、3bfとすると、

$$-0.81 < 3af / 3bf < 0.35$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1又は2の変倍レンズ系。

【請求項10】 前記変倍レンズ系が最短焦点距離に位置しているときの前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔をD12w、最長焦点距離に位置しているときの前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔をD23t、前記第2レンズ群の最も物体側のレンズ面と最も像側のレンズ面のレンズ面間隔をBD2とすると、

$$0.01 < (D12w + D23t) / BD2 < 0.84$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1から9のいずれか1項の変倍レンズ系。

【請求項11】 撮像素子上に像を形成するための光学系である事を特徴とする請求項1から10のいずれか1項の変倍レンズ系。

【請求項12】 請求項1から11のいずれか1項の変倍レンズ系と、該変倍レンズ系によって形成された像を受光する撮像素子を有することを特徴とする光学機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は変倍レンズ系およびそれを用いた光学機器に関し、特にレンズ系全体が小型で、しかも高い光学性能を有したビデオカメラ、デジタルカメラ、フィルム用カメラ、放送用カメラ等に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】 最近、固体撮像素子を用いたビデオカメラ、デジタルカメラ、電子スチルカメラそしてフィルムを用いたフィルム用カメラ等のカメラ（光学機器）の高機能化及び小型化に伴い、それに用いる光学系には高い光学性能と小型化の両立が求められている。

【0003】 このような光学機器に用いられている変倍レンズ系（ズームレンズ）として、物体側より順に、変倍及び合焦の際に固定で正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力で光軸上を移動して変倍作用を有する第2レンズ群、変倍及び合焦の際に固定の正の屈折力を有する第3レンズ群、および変倍及び合焦の際に移動の正の屈折力を有する第4レンズ群の構成のいわゆる正負正正4群ズームレンズがある。そしてこの正負正正4群ズームレンズとしては第1レンズ群を負レンズと正レンズの接合レンズそして正レンズより構成し、第2レンズ群を2枚

の負レンズそして正レンズより構成し、第3レンズ群を1枚または2枚の正レンズと負レンズで構成し、絞りを第3レンズ群の直前に配置するものが良く知られている。

【0004】例えば特開平7-270684号公報、特開平7-318804号公報、特開平11-305124号公報では物体側より順に、正の屈折力で固定の第1レンズ群、負の屈折力で変倍のための第2レンズ群、固定で集光作用を有し正の屈折力の第3レンズ群、像面位置を維持するために光軸上を移動する正の屈折力の第4レンズ群を有するズームレンズを開示している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】近年デジタルカメラやビデオカメラ等の光学機器に用いるズームレンズとして光学機器の小型化と撮像素子の高画素化に伴って、高い光学性能を有しかつレンズ系全体が小型のものが要望されている。又ビデオカメラで高画質で静止画像を記録することが望まれてきており、高い光学性能でありながら小型なレンズ系が要求されている。

【0006】一般にズームレンズにおいて各レンズ群を屈折力を強めれば所定の変倍比を得るための各レンズ群の移動量が少なくなるため、高変倍化とレンズ全長の短縮化を図ることができる。

【0007】しかしながら単に各レンズ群の屈折力を強めると、製作上の精度が厳しくなり、例えば、前述の正負正正4群ズームレンズにおいて、第3レンズ群内のレンズが群内で相対軸ずれを起こすと、像性能が著しく劣化してくる。

【0008】本発明はレンズ系全体が小型で高い光学性能を有し、かつレンズの構成枚数の少ない簡易な構成の変倍レンズ系及びそれを有する光学機器の提供を目的とする。

【0009】この他本発明は、レンズ系全体が小型で各レンズの軸ずれ等の製作誤差による光学性能の低下が少ない高い光学性能を有し、かつレンズの構成枚数が少ない変倍レンズ系及びそれを有する光学機器の提供を目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明の変倍レンズ系は、物体側より順に、ズームングに際し光軸方向に不動で正の屈折力の第1レンズ群、ズームングに際し光軸方向に移動する負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群を有する変倍レンズ系であって、該第3レンズ群は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた正レンズ3G1を有する正の屈折力の第3aレンズ群、絞り、像側に凹面を向けた負レンズ3G2と物体側に凸面を向けた正レンズ3G3とを接合した第3bレンズ群を有することを特徴としている。

【0011】請求項2の発明の変倍レンズ系は、物体側

より順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群を有する変倍レンズ系であって、該第3レンズ群は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた正レンズ3G1を有する正の屈折力の第3aレンズ群、絞り、像側に凹面を向けた負レンズ3G2と物体側に凸面を向けた正レンズ3G3とを接合した第3bレンズ群を有し、該第3aレンズ群と該第3bレンズ群との間隔を D_{ab} 、該第3レンズ群の焦点距離を f_3 とすると、 $0.08 < D_{ab}/f_3 < 0.64$ なる条件を満足することを特徴としている。

【0012】請求項3の発明の変倍レンズ系は、物体側より順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群を有する変倍レンズ系であって、該第3レンズ群は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた非球面を含む正レンズ3G1、絞り、像側に凹面を向けた負レンズ3G2、物体側に凸面を向けた正レンズ3G3から成り、該正レンズ3G1の材料の屈折率を $3G1n$ とすると、

$$1.67 < 3G1n < 1.89$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【0013】請求項4の発明は請求項1、2又は3の発明において前記第iレンズ群の焦点距離を f_i とすると、

$$0.71 < f_3/f_4 < 1.41$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【0014】請求項5の発明は請求項1、2、3又は4の発明において前記第2レンズ群は非球面を有することを特徴としている。

【0015】請求項6の発明は請求項1から5のいずれか1項の発明においてズームングに際し、前記第4レンズ群を光軸上移動させて、変倍により変動する像面変動の補正とフォーカスをおこなうことを特徴としている。

【0016】請求項7の発明は請求項1から6のいずれか1項の発明において前記正レンズ3G3の物体側と像面側のレンズ面の近軸曲率半径を各々 $3G3R1$ 、 $3G3R2$ とすると、

$$0.64 < (3G3R2 + 3G3R1) / (3G3R2 - 3G3R1) < 1.64$$

を満足することを特徴としている。

【0017】請求項8の発明は請求項1の発明において前記第3aレンズ群と前記第3bレンズ群との間隔を D_{ab} 、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 とすると、 $0.08 < D_{ab}/f_3 < 0.64$

なる条件を満足することを特徴としている。

【0018】請求項9の発明は請求項1又は2の発明において前記第3aレンズ群と第3bレンズ群の焦点距離を各々 $3af$ 、 $3bf$ とすると、

$$-0.81 < 3af/3bf < 0.35$$

を満足することを特徴としている。

【0019】請求項10の発明は請求項1から9のいずれか1項の発明において前記変倍レンズ系が最短焦点距離に位置しているときの前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔を $D12w$ 、最長焦点距離に位置しているときの前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔を $D23t$ 、前記第2レンズ群の最も物体側のレンズ面と最も像側のレンズ面のレンズ面間隔を $BD2$ とすると、 $0.01 < (D12w + D23t) / BD2 < 0.84$ なる条件を満足することを特徴としている。

【0020】請求項11の発明は請求項1から10のいずれか1項の発明において、撮像素子上に像を形成するための光学系であることを特徴としている。

【0021】請求項12の発明の光学機器は請求項1から11のいずれか1項の変倍レンズ系と、該変倍レンズ系によって形成された像を受光する撮像素子を有することを特徴としている。

【0022】

【発明の実施の形態】図1は本発明の変倍レンズ系の実施形態1の要部断面図、図2、図3、図4は実施形態1の広角端、中間のズーム位置、望遠端のズーム位置における収差図である。

【0023】図5は本発明の変倍レンズ系の実施形態2の要部断面図、図6、図7、図8は実施形態2の広角端、中間のズーム位置、望遠端のズーム位置における収差図である。

【0024】図9は本発明の変倍レンズ系の実施形態3の要部断面図、図10、図11、図12は実施形態3の広角端、中間のズーム位置、望遠端のズーム位置における収差図である。

【0025】 $L1$ は正の屈折力の第1群（第1レンズ群）、 $L2$ は負の屈折力の第2群（第2レンズ群）、 $L3$ は正の屈折力の第3群（第3レンズ群）、 $L4$ は正の屈折力の第4群（第4レンズ群）である。 SP は開口絞り、 G は色分解プリズムやフェースプレートやフィルター等に相当するガラスブロックである。 IP は像面であり、 CCD 等の撮像素子が配置されている。

【0026】広角端から望遠端へのズームングに際して、レンズ断面図中の矢印で示すように第2群 $L2$ を光軸上像側へ移動させて変倍を行なうと共に、変倍に伴う像面変動を第4群 $L4$ の一部又は全部（ここで開示する各実施形態では全部）を物体側に凸状の軌跡の一部を有しつつ移動させて補正している。

【0027】又、第4群 $L4$ の一部又は全部（ここで開示する各実施形態では全部）を光軸上移動させてフォーカスを行うリアフォーカス式を採用している。各実施形態のレンズ断面図に示す第4群 $L4$ の実線の曲線4aと点線の曲線4bは各々無限遠物体と近距離物体にフォーカスしているときの広角端から望遠端へのズームングに伴う像面変動を補正する為の移動軌跡を示している。

【0028】第1群 $L1$ と第3群 $L3$ は変倍及びフォーカスの際、光軸方向には不動（固定）である。このように、第1群 $L1$ をズームング時に固定とすることにより、鏡筒構造を単純にし、また静圧に強い鏡筒構造の実現を容易にしている。曲線4a、4bに示すように広角端から望遠端へのズームングに際して、第4群 $L4$ を物体側へ凸状の軌跡の一部を有するように移動させているので、第3群 $L3$ と第4群 $L4$ との空間の有効利用を図りレンズ全長の短縮化を効果的に達成している。

【0029】各実施形態において、例えば望遠端において無限遠物体から近距離物体へフォーカスは、レンズ断面図の直線4cに示すように第4群 $L4$ を前方へ繰り出すことにより行っている。

【0030】いずれの実施形態においても、像側の撮像素子としてセルピッチ3ミクロン程度のCCDまたはCMOS等の固体撮像素子に対応した光学性能としている。

【0031】第3群 $L3$ は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた正レンズ3G1を有する正の屈折力の第3aレンズ群（第3a群） $L3a$ 、絞り SP 、像側に凹面（3bN面）を向けた負レンズ3G2と物体側に凸面（3bP面）を向けた正レンズ3G3とで構成される第3bレンズ群（第3b群） $L3b$ を有している。第3b群 $L3b$ は、負レンズ3G2の3bN面と正レンズ3G3の3bP面を接合した接合レンズである。

【0032】このような第3群 $L3$ の構成により、全系の最長焦点距離端（望遠端）で最小となる第2群 $L2$ と第3群 $L3$ の間隔を、絞り SP が第3群 $L3$ の直前にある従来タイプの4群ズームレンズに比べて小さくすることができ、変倍効率がよくなるのでレンズ全長を小型にすることができる。また、第3a群 $L3a$ と第3b群 $L3b$ の間に絞り SP を配置できる間隔を空けたことにより第3群 $L3$ 内の第3a群 $L3a$ と第3b群 $L3b$ の相対軸ずれによる光学性能の劣化を抑えている。また、第3群 $L3$ を前述の如く構成したことにより第3群 $L3$ の主点位置を比較的2群 $L2$ 寄りに位置させることができ、第3群 $L3$ から像面までの距離の短縮化が可能となり、これによりレンズ全長の小型化を容易にしている。

【0033】また、各実施形態においては、正レンズ3G1の物体側のレンズ面を非球面としている。更に、実施形態2、3では第2群 $L2$ にも非球面を設けており、これによって広角端での像面湾曲が補正不足（アンダー）となるのを良好に補正している。

【0034】又、各実施形態の変倍レンズ系は、第3a群 $L3a$ （正レンズ3G1）と第3b群 $L3b$ との間隔を Dab 、正レンズ3G1の材料の屈折率を $3G1n$ 、第iレンズ群の焦点距離を fi 、正レンズ3G3の物体側と像面側のレンズ面の近軸曲率半径を各々 $3G3R1$ 、 $3G3R2$ 、第3a群 $L3a$ と第3b群 $L3b$ の焦点距離を各々 $3af$ 、 $3bf$ 、変倍レンズが最短焦点距

離（広角端）に位置しているときの第1群L1と第2群L2の間隔をD12w、最長焦点距離（望遠端）に位置しているときの第2群L2と第3群L3の間隔をD23

$$0.08 < D_{ab}/f_3 < 0.64 \quad \dots (1)$$

$$1.67 < 3G_{1n} < 1.89 \quad \dots (2)$$

$$0.71 < f_3/f_4 < 1.41 \quad \dots (3)$$

$$0.64 < (3G_{3R2} + 3G_{3R1}) / (3G_{3R2} - 3G_{3R1}) < 1.64 \quad \dots (4)$$

$$-0.81 < 3af/3bf < 0.35 \quad \dots (5)$$

$$0.01 < (D_{12w} + D_{23t}) / BD2 < 0.84 \quad \dots (6)$$

なる条件式を設定し、これらの条件式(1)～(6)の少なくとも1つを満足することにより、それぞれの条件式を満足することによる以下に説明するような効果が得られる。

【0035】次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。

【0036】条件式(1)は、第3群L3の最も物体側の第3a群L3a（正レンズ3G1）と第3b群L3bの間隔に関するものである。上限を超えると第3群L3の間隔が大きくなりすぎレンズ全長が大型化してしまうのでよくない。さらに上限を0.49またさらに0.34にするとよりよい。又下限を超えると第3a群L3aと第3b群L3bの相対軸ずれによる性能劣化が大きくなるのでよくない。さらに下限を0.10またさらには0.12にするとよりよい。

【0037】条件式(2)は、正レンズ3G1の材料の屈折率に関するものである。上限を超えて屈折率が高くなると最長焦点距離端で中間像高から最大像高へ像面がオーバー側に湾曲が大となり高性能化が難しい。さらに上限を1.84にするとよりよい。下限を超えて屈折率が低くなりすぎると正レンズ3G1で発生する球面収差が大きくなりすぎ高性能化が困難になる。さらに下限を1.72またさらには1.77にするとよりよい。

【0038】条件式(3)は、第3群L3と第4群L4の焦点距離の比に関するものである。上限を超えて第4群L4の屈折力が強くなりすぎると良好に収差補正するために第4群L4の構成レンズ枚数が増加し、レンズ全長が大きくなる。さらに上限を1.31またさらに1.21にするとよりよい。下限を超えて第4群L4の屈折力が弱くなりすぎると、変倍時の像面補正のための移動量またはフォーカスのための移動量が大きくなり、レンズ全長が大きくなるので良くない。さらに下限を0.79またさらに0.86にするとよりよい。

【0039】条件式(4)は、第3b群L3b中の負レンズ3G2と接合される正レンズ3G3のレンズ形状に関するものである。上限を超えると正レンズ3G3の像側のレンズ面で負の屈折力が強くなり、球面収差がプラス側に大きくなり好ましくない。さらに上限を1.48またさらに1.33にするとよりよい。下限を超えると正レンズ3G3の像側のレンズ面で正の屈折力が強くな

り、第2群L2の最も物体側のレンズ面と最も像側のレンズ面のレンズ面間隔をBD2とするととき、

り、球面収差がマイナス側に大きくなり好ましくない。さらに下限を0.71またさらに0.79にするとよりよい。

【0040】条件式(5)は、第3a群L3aと第3b群L3bの焦点距離の比に関するものである。上限を超えて、第3a群L3aの正の屈折力が弱くなりすぎると、第3群L3の主点位置が第2群L2から遠ざかるのでレンズ全長の小型化が困難になる、さらに上限を0.27またさらに0.19にするとよりよい。下限を超えて、第3b群L3bが負の方向に屈折力が強くなりすぎると球面収差がプラス側に大きくなり好ましくない、さらに下限を-0.54またさらに-0.36にするとよりよい。

【0041】条件式(6)は、最短焦点距離端における第1群L1と第2群L2の間隔D12wと最長焦点距離端における第2群L2と第3群L3の間隔D23tの和に対する第2群L2の光軸上の厚さの比に関するものである。上限を超えるのは間隔D12wまたは間隔D23tが大きくなる第1の場合と間隔BD2が小さくなる第2の場合とある。第1の場合は、第2群L2の前後の間隔が開きすぎて変倍効率が悪くなり高倍化が困難になる。又第2の場合は、第2群L2を複数のレンズで構成するのに十分なスペースがなくなり変倍時の収差変動を良好に抑えることが困難となる。さらに上限を0.63またさらに0.42またさらに0.30にするとより高倍化により。下限を超えるのは間隔BD2が大きくなるときであるが、下限を超えるようになると第1群L1から絞りSPまでの距離が大きくなりレンズの前玉径が大型になってしまう、小型化のためには下限を0.02またさらには0.04またさらには0.08またさらには0.16にするとよりよい。

【0042】次に、各実施形態の変倍レンズ系の数値実施例を示す。各数値実施例においてiは物体側からの光学面の順序を示し、riは第i番目の光学面（第i面）の曲率半径、diは第i面と第i+1面との間の間隔、niとviはそれぞれd線に対する第i番目の光学部材の材料の屈折率、アッベ数を示す。また、もっとも像側の2面はフェースプレート等に相当する平行平板である。fは焦点距離、FNOはFナンバー、ωは半面角を示す。またkを離心率、B、C、D、E・・・を非球面

係数、光軸からの高さhの位置での光軸方向の変位を面頂点を基準にしてxとすると、非球面形状は、

$$x = (h^2/R) / [1 + [1 - (1+k)(h/R)^2]^{1/2}] + Bh^4 + Ch^6 + Dh^8 + Eh^{10} \dots$$

で表示される。但しRは曲率半径である。また、各数値実施例における上述した条件式との対応を表1に示す。

【0043】

【外1】

数値実施例1

$$f = 4.30 \sim 41.97 \quad FNo = 1: 1.85 \sim 3.00 \quad 2\omega = 55.3^\circ \sim 61.1^\circ$$

r1= 30.695	d1= 1.00	n1=1.84666	v1=23.9
r2= 14.698	d2= 4.70	n2=1.67790	v2=55.3
r3= -80.893	d3= 0.17		
r4= 11.465	d4= 2.21	n3=1.58913	v3=61.1
r5= 24.815	d5= 可変		
r6= 23.515	d6= 0.50	n4=1.88300	v4=40.8
r7= 4.124	d7= 2.00		
r8= -5.063	d8= 0.50	n5=1.69680	v5=55.5
r9= 5.938	d9= 1.75	n6=1.84666	v6=23.9
r10= -33.949	d10= 可変		
r11= 7.755(非球面)	d11= 1.96	n7=1.80610	v7=40.7
r12= 199.841	d12= 0.90		
r13= (絞り)	d13= 0.90		
r14= 15.573	d14= 0.50	n8=1.84666	v8=23.9
r15= 4.679	d15= 2.85	n9=1.48749	v9=70.2
r16= 123.720	d16= 可変		
r17= 9.162(非球面)	d17= 2.22	n10=1.58313	v10=59.4
r18= -13.243	d18= 0.50	n11=1.84666	v11=23.9
r19= -19.062	d19= 可変		
r20= ∞	d20= 3.60	n12=1.51633	v12=64.1
r21= ∞			

焦点距離 可変範囲	4.30	10.23	41.97
d5	0.60	5.55	10.50
d10	10.50	5.55	0.60
d16	4.65	2.11	5.07
d19	2.92	5.45	2.49

非球面係数

面番	K	A	B	C	D	E
第1面	-1.2915e-01	0.0000e+00	-1.6951e-04	-4.6769e-07	6.9515e-09	1.3521e-10
第7面	-1.0197e+00	0.0000e+00	-1.3575e-04	-1.1482e-07	4.2422e-05	1.6307e-09

【0044】

【外2】

数値実施例2

$$f = 3.79 \sim 36.36 \quad FNo = 1: 1.85 \sim 2.62 \quad 2\omega = 61.4^\circ \sim 7.1^\circ$$

r1= 40.696	d1= 1.00	n1=1.84666	v1=23.9
r2= 13.476	d2= 5.20	n2=1.51633	v2=64.1
r3= -58.453	d3= 0.17		
r4= 13.460	d4= 2.64	n3=1.83481	v3=42.7
r5= 70.639	d5= 可変		
r6= 67.959	d6= 0.50	n4=1.88300	v4=40.8
r7= 3.914	d7= 2.00		
r8= -6.347(非球面)	d8= 0.50	n5=1.58313	v5=59.4
r9= 5.624	d9= 1.78	n6=1.84666	v6=23.9
r10= 357.817	d10= 可変		
r11= 9.009(非球面)	d11= 1.71	n7=1.80610	v7=40.7
r12= -197.481	d12= 0.90		
r13= (絞り)	d13= 1.90		
r14= 17.019	d14= 0.50	n8=1.84666	v8=23.9
r15= 5.639	d15= 1.88	n9=1.48749	v9=70.2
r16= 93.344	d16= 可変		
r17= 10.496(非球面)	d17= 2.38	n10=1.66910	v10=55.4
r18= -7.875	d18= 0.50	n11=1.84666	v11=23.9
r19= -17.190	d19= 可変		
r20= ∞	d20= 3.60	n12=1.51633	v12=64.1
r21= ∞			

焦点距離 可変範囲	3.79	8.98	36.36
d5	0.60	5.55	10.51
d10	10.45	5.50	0.54
d16	4.04	1.78	4.48
d19	2.92	5.18	2.48

非球面係数

面番	K	A	B	C	D	E
第8面	-7.5425e-01	0.0000e+00	-2.4655e-04	-5.9303e-05	-2.8815e-05	-1.2289e-07
第11面	-1.4204e+00	0.0000e+00	2.1544e-05	4.4257e-05	-6.0715e-07	2.4579e-05
第17面	-1.8862e+00	0.0000e+00	1.4180e-04	1.9403e-05	-9.5835e-07	4.8923e-05

【0045】

【外3】

数値実施例3

 $f = 3.75 \sim 35.48 \quad F\# = 1: 1.85 \sim 2.63 \quad 2\omega = 61.9^\circ \sim 7.1^\circ$

$r_1 = 53.219 \quad d_1 = 1.00 \quad n_1 = 1.84666 \quad \nu_1 = 23.9$
 $r_2 = 13.909 \quad d_2 = 5.05 \quad n_2 = 1.60311 \quad \nu_2 = 60.6$
 $r_3 = -58.975 \quad d_3 = 0.17$
 $r_4 = 13.442 \quad d_4 = 2.49 \quad n_3 = 1.88300 \quad \nu_3 = 40.8$
 $r_5 = 49.007 \quad d_5 = \text{可変}$
 $r_6 = 46.478 \quad d_6 = 0.50 \quad n_4 = 1.88300 \quad \nu_4 = 40.8$
 $r_7 = 3.872 \quad d_7 = 2.00$
 $r_8 = -6.020 \text{ (非球面)} \quad d_8 = 0.50 \quad n_5 = 1.66910 \quad \nu_5 = 55.4$
 $r_9 = 5.058 \quad d_9 = 2.03 \quad n_6 = 1.84666 \quad \nu_6 = 23.9$
 $r_{10} = -58.520 \quad d_{10} = \text{可変}$
 $r_{11} = 8.643 \text{ (非球面)} \quad d_{11} = 1.80 \quad n_7 = 1.80610 \quad \nu_7 = 40.7$
 $r_{12} = -55.779 \quad d_{12} = 0.90$
 $r_{13} = \text{(絞り)}$
 $r_{14} = 17.755 \quad d_{14} = 0.50 \quad n_8 = 1.84666 \quad \nu_8 = 23.9$
 $r_{15} = 5.706 \quad d_{15} = 2.01 \quad n_9 = 1.48749 \quad \nu_9 = 70.2$
 $r_{16} = 99.482 \quad d_{16} = \text{可変}$
 $r_{17} = 11.821 \text{ (非球面)} \quad d_{17} = 2.59 \quad n_{10} = 1.58313 \quad \nu_{10} = 53.4$
 $r_{18} = -6.181 \quad d_{18} = 0.50 \quad n_{11} = 1.84666 \quad \nu_{11} = 23.9$
 $r_{19} = -10.379 \quad d_{19} = \text{可変}$
 $r_{20} = \infty \quad d_{20} = 3.60 \quad n_{12} = 1.51633 \quad \nu_{12} = 64.1$
 $r_{21} = \infty$

焦点距離 可変方向	3.75	8.96	35.48
d5	0.60	5.45	10.30
d10	10.30	5.45	0.59
d16	4.22	1.89	4.54
d19	3.42	5.75	3.10

非球面係数

第8面 K A B C D E
 $-1.2514e-01 \quad 0.0000e+00 \quad 1.3372e-05 \quad -1.6553e-05 \quad -1.8417e-06 \quad -2.1726e-07$
 第11面 K A B C D E
 $-2.2516e-01 \quad 0.0000e+00 \quad -5.6159e-05 \quad 3.4853e-06 \quad -3.7245e-07 \quad 1.3773e-08$
 第17面 K A B C D E
 $-5.9292e+00 \quad 0.0000e+00 \quad 5.8355e-05 \quad 4.8033e-05 \quad -1.2654e-05 \quad 2.7554e-06$

【0046】

【表1】

条件式	数値実施例1	数値実施例2	数値実施例3
(1)	0.154	0.234	0.149
(2)	1.808	1.808	1.808
(3)	1.000	1.048	1.027
(4)	1.079	1.129	1.122
(5)	-0.252	-0.197	-0.205
(6)	0.253	0.238	0.237

【0047】次に本発明の変倍レンズ系を撮影光学系として用いたビデオカメラ(光学機器)の実施形態を図13を用いて説明する。

【0048】図13において、10はビデオカメラ本体、11は本発明の変倍レンズ系によって構成された撮影光学系、12は撮影光学系11によって被写体像を受

光するCCD等の撮像素子、13は撮像素子12が受光した被写体像を記録する記録手段、14は不図示の表示素子に表示された被写体像を観察するためのファインダーである。上記表示素子は液晶パネル等によって構成され、撮像素子12上に形成された被写体像が表示される。

【0049】このように本発明の変倍レンズ系をビデオカメラ等の光学機器に適用することにより、小型で高い光学性能を有する光学機器を実現している。

【0050】

【発明の効果】本発明によれば本発明はレンズ系全体が小型で高い光学性能を有し、かつレンズの構成枚数の少ない簡易な構成の変倍レンズ系及びそれを有する光学機器を達成することができる。

【0051】この他本発明によればレンズ系全体が小型で各レンズの軸ずれ等の製作誤差による光学性能の低下が少ない高い光学性能を有し、かつレンズの構成枚数が少ない変倍レンズ系及びそれを有する光学機器を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

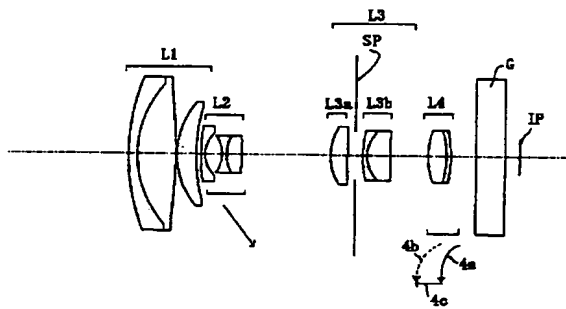
- 【図1】 数値実施例1のレンズ断面図
 【図2】 数値実施例1の広角端の収差図
 【図3】 数値実施例1の中間のズーム位置での収差図
 【図4】 数値実施例1の望遠端の収差図
 【図5】 数値実施例2のレンズ断面図
 【図6】 数値実施例2の広角端の収差図
 【図7】 数値実施例2の中間のズーム位置での収差図
 【図8】 数値実施例2の望遠端の収差図
 【図9】 数値実施例3のレンズ断面図
 【図10】 数値実施例3の広角端の収差図
 【図11】 数値実施例3の中間のズーム位置での収差図
 【図12】 数値実施例3の望遠端の収差図

【図13】 本発明の光学機器の要部概略図

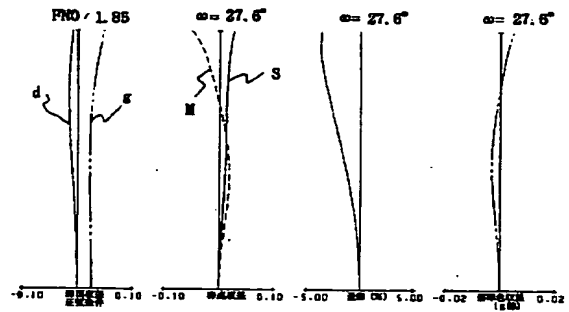
【符号の説明】

- L1 第1群
 L2 第2群
 L3 第3群
 L4 第4群
 SP 絞り
 G ガラスブロック
 IP 像面
 d d線
 g g線
 ΔM メリディオナル像面
 ΔS サジタル像面

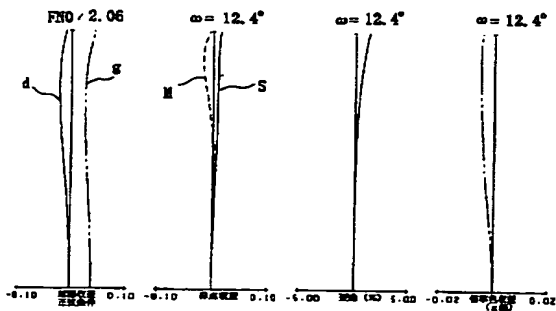
【図1】



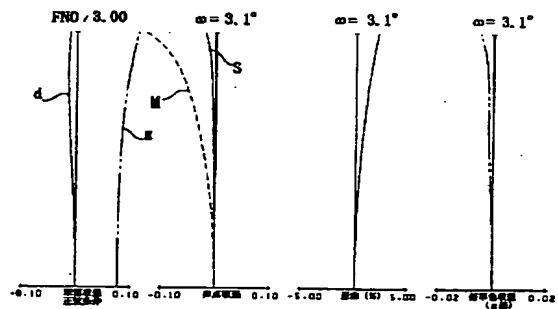
【図2】



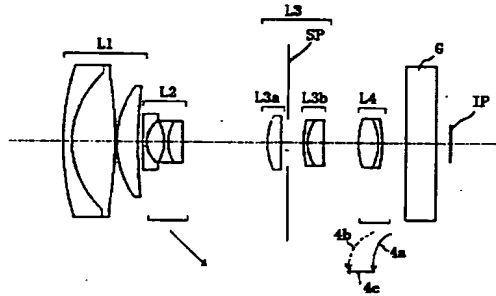
【図3】



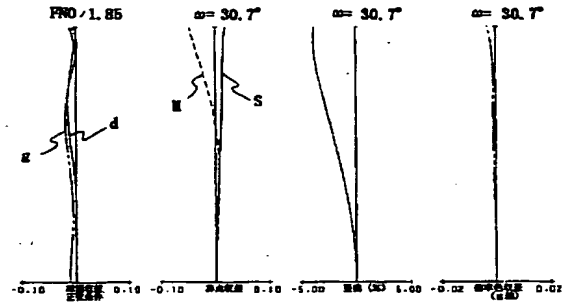
【図4】



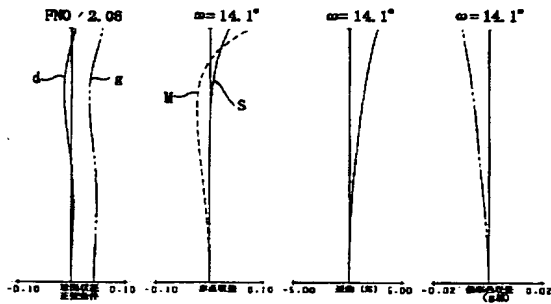
【図5】



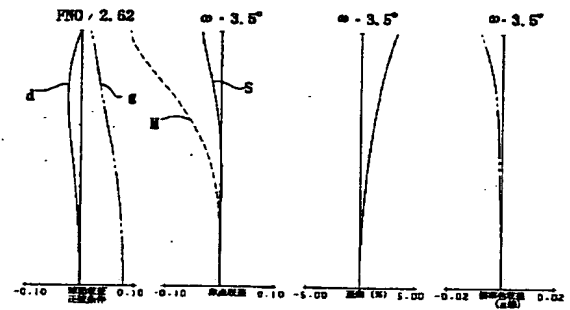
【図6】



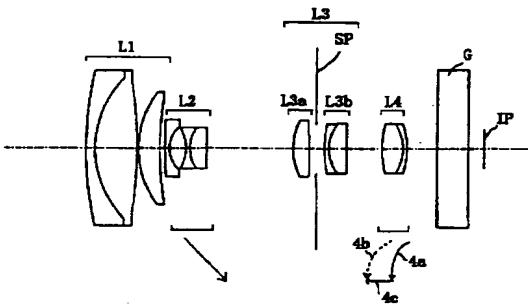
【図7】



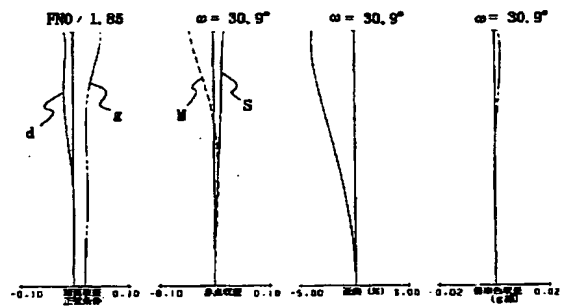
【図8】



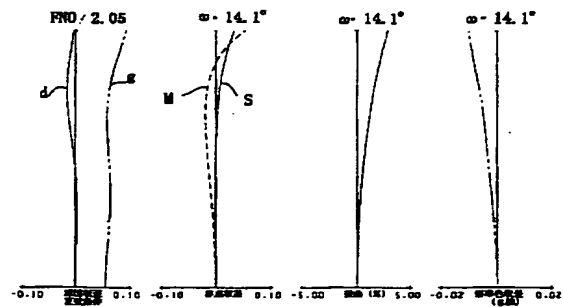
【図9】



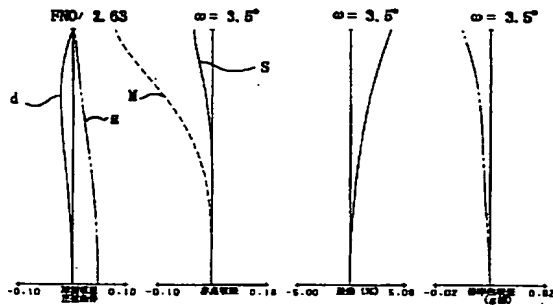
【図10】



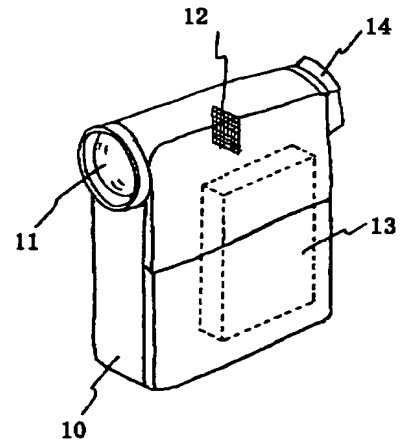
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H044 EF02 EF04
 2H087 KA02 KA03 MA15 PA07 PA16
 PB11 QA02 QA07 QA17 QA21
 QA25 QA37 QA41 QA45 RA05
 RA12 RA13 RA32 RA43 SA23
 SA27 SA29 SA32 SA63 SA65
 SA72 SA74 SB04 SB14 SB24
 SB33
 5C022 AA11 AB66 AC54